ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอย และสารอนินทรีย์ละลายน้ำ บริเวณปากแม่น้ำระยองในช่วงฤดูแล้งและฤดูน้ำมาก ในปี พ.ศ. 2556

Fluxes of Suspended Sediment and Dissolved Inorganic Nutrients at the Rayong River Mouth in Dry and Wet Seasons in 2013

สุธิดา กาญจอติเรกลาภ[1] อนุกูล บูรณประทีปรัตน์[2]* ศุภชัย ยืนยง[2] ธนกร คมใส[1] ณัฐนนท์ ต่ายเนาว์คง[1]

Suthida Kan-atireklarp[1], Anukul Buranapratheprat[2]*, Suphachai Yuenyong[2],

Thanakorn Komsai[1], Nutthanon Tainaokong[1]

[1] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง*

[2] *ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*

[1] *Eastern Marine and Coastal Resources Research and Development Center, Department of Marine and Coastal Resources*

[2] *Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University*

วันที่รับบทความ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2557

วันที่ตอบรับตีพิมพ์ 20 เมษายน พ.ศ. 2558

บทคัดย่อ

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยและสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำระยองในปี พ.ศ. 2556 ในระหว่างวันที่ 18 - 19 เมษายน (ฤดูแล้ง) และวันที่ 20 - 21 ตุลาคม (ฤดูน้ำมาก) ฟลักซ์สุทธิของน้ำมีทิศออกสู่ทะเลในทุกฤดูกาลโดยมีปริมาณเท่ากับ 0.15 x 10^6 m^3/day ในช่วงฤดูแล้ง และ 1.57 x 10^6 m^3/day ในช่วงฤดูน้ำมาก ฟลักซ์สุทธิทุกชนิดในฤดูน้ำมากมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้งตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่ทะเล โดยที่ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำทุกชนิดมีทิศออกสู่ทะเลยกเว้นฟลักซ์ของไนเตรทในฤดูแล้งที่มีทิศเข้าสู่แม่น้ำ ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 27.73 และ 60.68 ton/day ในฤดูแล้งและฤดูน้ำมากตามลำดับ ฟลักซ์ของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต ในฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 137.32 kg N/day, 16.57 kg N/day, 55.60 kg N/day (ในทิศเข้าสู่แม่น้ำ), 70.29 kg P/day และ 1,719.11 kg Si/day ตามลำดับ และในฤดูน้ำมากมีค่าเท่ากับ 321.12 kg N/day, 49.70 kg N/day, 919.32 kg N/day, 107.91 kg P/day และ 17,362.61 kg Si/day ตามลำดับ

คำสำคัญ : ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอย ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ แม่น้ำระยอง อ่าวไทย

*Corresponding author. E-mail: anukul@buu.ac.th

Abstract

The researchers studied fluxes of suspended sediment and dissolved inorganic nutrients at the Rayong river mouth during 18 - 19 April (dry season) and 20 - 21 October (wet season) in 2013. The net fluxes of water directed to the sea in all seasons by the amount of 0.15 x 10^6 m^3/day during dry season and 1.57 x 10^6 m^3/day during wet season. All sediment and nutrient fluxes were higher in wet season than in dry season by an increase in the amount of runoff. Net fluxes of all dissolved inorganic nutrients directed seaward except flux of nitrate in dry season that was transported riverward. Fluxes of suspended sediment were 27.73 and 60.68 ton/day in the dry and wet seasons, respectively. Fluxes of ammonia, nitrite, nitrate, phosphate and silicate in dry season were 137.32 kg N/day, 16.57 kg N/day, 55.60 kg N/day (riverward), 70.29 kg P/day and 1,719.11 kg Si/day, respectively, and in wet season were 321.12 kg N/day, 49.70 kg N/day, 919.32 kg N/day, 107.91 kg P/day and 17,362.61 kg Si/day, respectively.

Key words : Fluxes of suspended sediment, Fluxes of dissolved inorganic nutrients, Rayong River, Gulf of Thailand

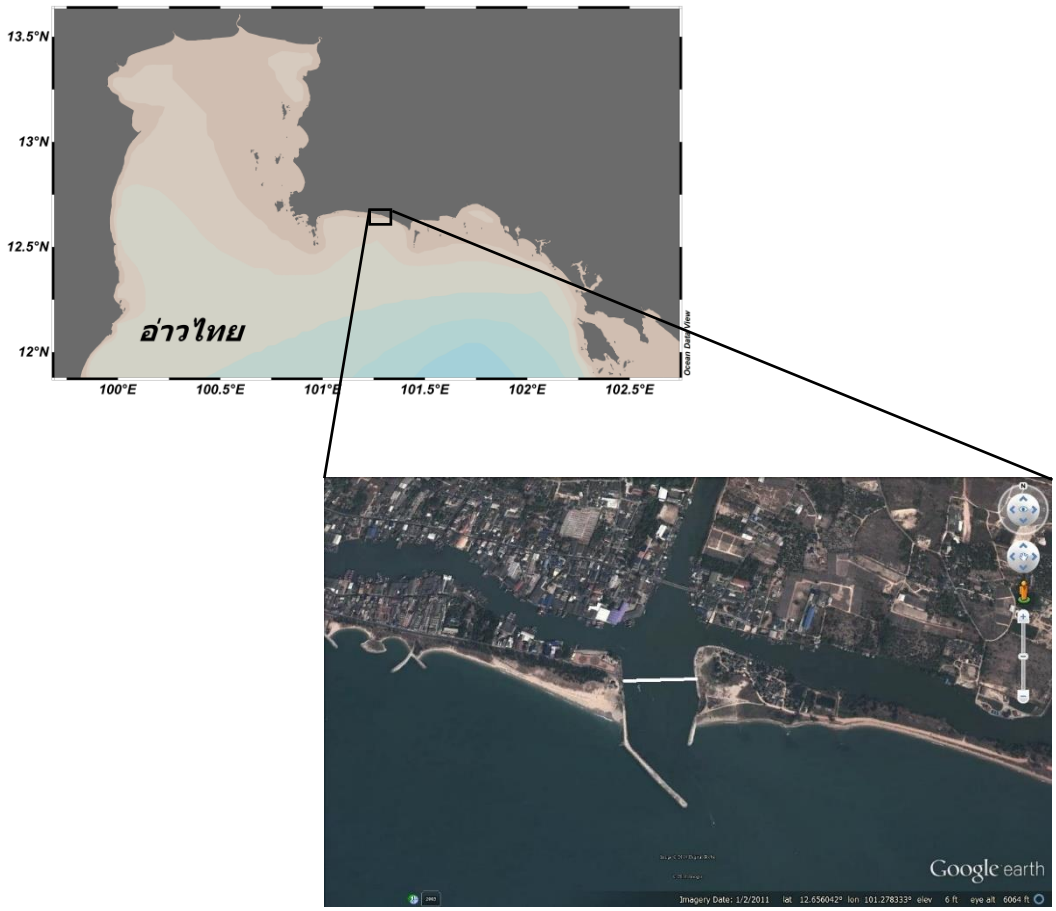
บทนำ

ปากแม่น้ำเป็นที่รวมของแร่ธาตุ และสารอาหารต่างๆ ที่ถูกชะล้างมาจากแผ่นดิน ทำให้ผู้ผลิตขั้นต้น เช่น แพลงก์ตอนพืช สาหร่าย หญ้าทะเล และป่าชายเลน เจริญเติบโตได้ดี จึงเป็นบริเวณที่มีผลผลิตขั้นต้นสูงมาก (อัปสรสุดา ศิริพงศ์, 2524) นอกจากนี้ ยังเป็นทางผ่านหรือแหล่งรองรับตะกอนแขวนลอยในน้ำที่มีแหล่งกำเนิดมาจากการพังทะลายของดินและหิน รวมถึงสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ แพลงก์ตอนและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กต่างๆ เป็นบริเวณที่มีความสำคัญต่อสัตว์น้ำในระบบนิเวศทางทะเลชายฝั่งในแง่ที่เป็นแหล่งอาหาร ที่อยู่อาศัย หลบภัย ผสมพันธุ์วางไข่และอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน สำหรับมนุษย์แล้วบริเวณปากแม่น้ำนอกจากจะเป็นแหล่งประมงที่มีความอุดมสมบูรณ์ ยังเป็นที่รองรับของเสียจากชุมชนที่อยู่อาศัย การเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม การเพิ่มขึ้นของประชากรจึงส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณของเสียที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ แม่น้ำจึงเป็นที่รวมของสิ่งต่างๆ ที่เป็นผลมาจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นซึ่งจะถูกเคลื่อนย้ายออกสู่ทะเลผ่านทางบริเวณปากแม่น้ำในที่สุด

ปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำที่สำคัญประการหนึ่งคือการเกิดภาวะยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) หรือภาวะของความอุดมสมบูรณ์ในแหล่งน้ำที่มีสูงเกินไป สำหรับบริเวณปากแม่น้ำนั้นจะมีความอุดมสมบูรณ์จากธาตุอาหารต่างๆ ทั้งที่เป็นสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ที่เป็นผลมาจากการชะล้างจากแผ่นดินตามธรรมชาติอยู่แล้ว เมื่อรวมกับของเสียจากกิจกรรมของมนุษย์เพิ่มเติมเข้าไปในปริมาณมากจึงทำให้ภาวะยูโทรฟิเคชันในบริเวณปากแม่น้ำเกิดขึ้นได้ง่ายและรุนแรง ในส่วนของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำที่เข้ามาสู่บริเวณนี้ จะส่งผลต่อการกระตุ้นแพลงก์ตอนพืชให้มีการเพิ่มจำนวนสูงมากจนเกิดภาวะที่เรียกว่าการสะพรั่งหรือการบลูมของแพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton bloom) (Smith *et al.*, 1999) โดยปกติแล้วแพลงก์ตอนพืชจะเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำตามธรรมชาติ แต่การมีประชากรแพลงก์ตอนพืชในปริมาณมากเกินไปกลับส่งผลต่อการสะสมของของเสียจากการขับถ่ายและการตายของเซลล์ การย่อยสลายที่เกิดขึ้นตามมาส่งผลให้เกิดภาวะที่มีออกซิเจนในน้ำต่ำหรืออาจรุนแรงจนถึงขั้นการขาดออกซิเจนในน้ำ

ได้สร้างความเสียหายให้กับระบบนิเวศจากการตายของสิ่งมีชีวิตที่ไม่อาจทนอยู่ได้ในบริเวณนั้น ในกรณีที่แพลงก์ตอนชนิดที่สะพรั่งมีสารชีวพิษก็จะทำให้ผลกระทบมีความรุนแรงมากขึ้นเนื่องจากสารชีวพิษสามารถที่จะสะสม และถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารได้ (Nybakken & Bertness, 2004)

แม่น้ำระยองเป็นแม่น้ำที่สำคัญสายหนึ่งของภาคตะวันออก มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าคลองใหญ่ มีต้นกำเนิดเกิดจากเทือกเขาจันทบุรี ในเขต อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี มีความยาวประมาณ 50 กิโลเมตร ไหลผ่านสาขาที่สำคัญคือ คลองหนองปลาไหลและคลองดอกกราย ผ่านพื้นที่ อ.ปลวกแดง อ.บ้านค่าย และ อ.เมือง จ.ระยอง ปากแม่น้ำตั้งอยู่ที่ ต.ปากน้ำ อ.เมือง จ.ระยอง (ภาพที่ 1) มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 224 ตารางกิโลเมตร (สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดระยอง, 2556) ที่ประกอบไปด้วยพื้นที่เกษตรกรรม อุตสาหกรรมและชุมชนที่มีความหนาแน่นมาก (สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2540) โดยเฉพาะช่วงที่ผ่านตัวเมืองระยองในบริเวณใกล้กับปากแม่น้ำ ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำระยอง จากของเสียที่ถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำ งานวิจัยนี้จะทำการประเมินฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยและสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำระหว่างปากแม่น้ำระยอง และทะเลในบริเวณใกล้เคียงในฤดูแล้ง และในฤดูน้ำมาก ผลที่ได้สามารถนำไปใช้พิจารณาถึงสถานะความอุดมสมบูรณ์ และความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนแผ่นดินที่ส่งผลต่อระบบนิเวศชายฝั่งทะเลในบริเวณใกล้เคียงได้



ภาพที่ 1 ปากแม่น้ำระยอง เส้นตัดขวางปากแม่น้ำแสดงแนวตรวจวัดฟลักซ์
(ดัดแปลงจาก Ocean Data View (Schlitzer, 2007) และ Google Earth)

วิธีการวิจัย

พื้นที่ศึกษาบริเวณปากแม่น้ำระยอง อ. เมือง จ. ระยอง ตั้งอยู่ที่ละติจูด 12° 39' 20" N ลองจิจูด 101° 16' 35" E (ภาพที่ 1) มีความกว้างของลำน้ำประมาณ 225 เมตร ทำการตรวจวัดข้อมูลภาคสนามและเก็บตัวอย่างน้ำในปี พ.ศ. 2556 ครั้งที่ 1 วันที่ 18 – 19 (ขึ้น 8 – 9 ค่ำ) เมษายน (ฤดูแล้ง) และครั้งที่ 2 วันที่ 20 – 21 (แรม 1 – 2 ค่ำ) กันยายน (ฤดูน้ำมาก) ในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง จะทำการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำพื้นฐานและกระแสน้ำ รวมถึงเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยและสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตร์ท ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต ที่ระดับความลึก 1 เมตร จากผิวน้ำในทั้งสองฤดูกาล สำหรับในฤดูน้ำมากจะเพิ่มการเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 เมตร จากพื้นแม่น้ำด้วยเนื่องจากการแบ่งชั้นน้ำตามแนวดิ่ง (ภาพที่ 4) ตรวจวัดคุณภาพน้ำพื้นฐานได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) และความเป็นกรด-เบสของน้ำ (pH) ด้วยเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำแบบหลายตัวแปร (Environmental Monitoring Systems: YSI 6920) ตรวจวัดกระแสน้ำด้วยเครื่อง Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) (Teledyne RD Instruments) ด้วยการติดตั้งไว้กับเรือขนาดเล็กที่แล่นตัดขวางลำน้ำเพื่อตรวจวัดกระแสน้ำทั้งพื้นที่หน้าตัด (ภาพที่ 1) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการกรองด้วยแผ่นกรอง GF/C สิ่งตกค้างบนแผ่นกรองจะถูกนำมาวิเคราะห์หาปริมาณตะกอนแขวนลอยส่วนน้ำที่ผ่านการกรองจะถูกนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในห้องปฏิบัติการตามวิธีการวิเคราะห์สรุปไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิธีวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอยและสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำที่ทำการศึกษา

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	วิธีการวิเคราะห์
ตะกอนแขวนลอย	GF/C Filter (APHA,1992)
แอมโมเนีย	Phenol-hypochloride (Grasshoff *et al*., 1999)
ไนไตรท์	Diazotization (Strickland & Parsons, 1972)
ไนเตรท	Cadmium reduction + Diazotization (Strickland & Parsons, 1972)
ฟอสเฟต	Ascorbic acid (Strickland & Parsons,1972)
ซิลิเกต	Silicomolypdate (Strickland & Parsons,1972)

ดำเนินการตรวจวัดคุณภาพน้ำและการเก็บตัวอย่างน้ำทุกๆ 2 ชั่วโมงต่อเนื่องกันเป็นเวลา 25 ชั่วโมง เพื่อให้ครบวัฏจักรของน้ำขึ้นน้ำลง โดยการคำนวณฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำแสดงตามสมการที่ 1 (ดัดแปลงจาก Dyer, 1973)

$$F = \frac{1}{T}\int_{t=0}^{T} AuC\,dt \qquad (1)$$

เมื่อ F คือ ค่าเฉลี่ยของฟลักซ์สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำที่ผ่านเข้าออกบริเวณพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำในรอบน้ำขึ้นน้ำลง (g/sec) u คือ ความเร็วของกระแสน้ำ (m/sec) C คือ ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยหรือสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ (g/m^3) T คือ รอบเวลาทั้งหมดของการตรวจวัดข้อมูล 25 ชั่วโมง และ A คือ พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ (m^2) ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามระดับน้ำขึ้นน้ำลงซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 584.50 m^2 ในฤดูแล้ง และ 603.96 m^2 ในฤดูน้ำมาก

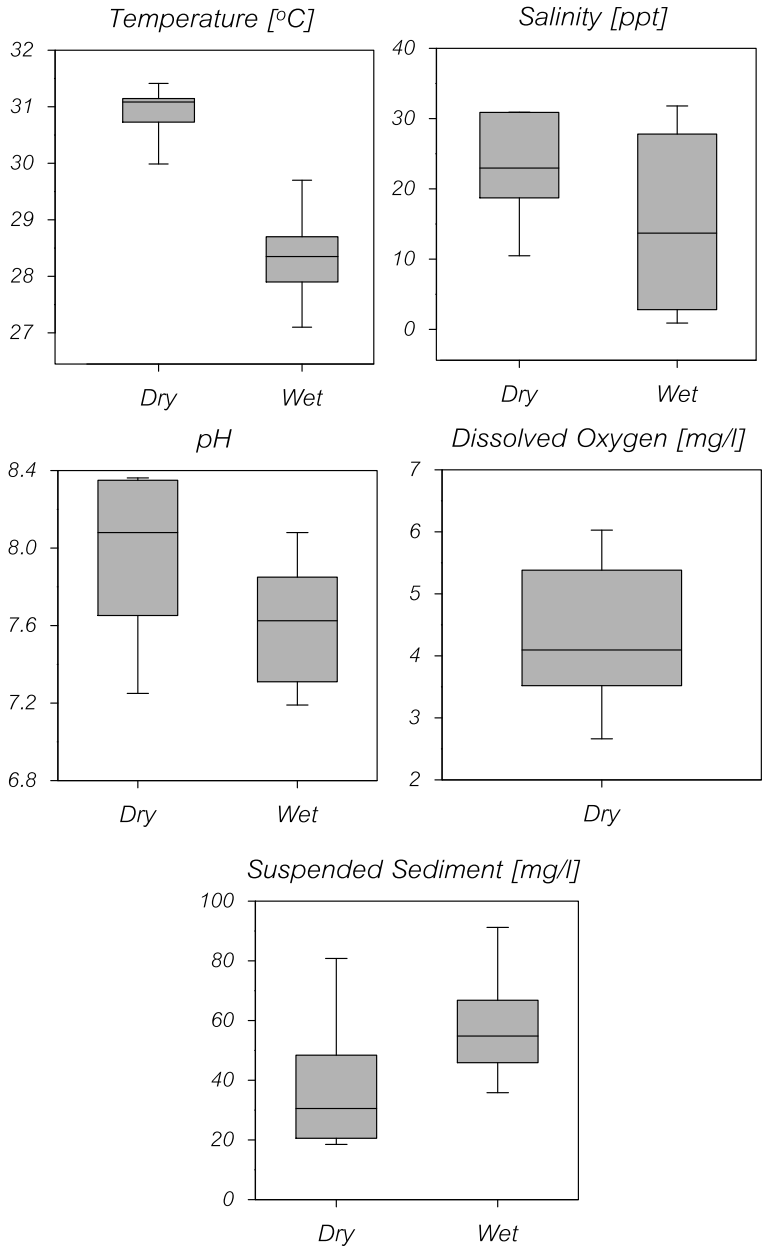
เนื่องจากมวลน้ำมีการแบ่งชั้นตามแนวดิ่งจึงทำการคำนวณฟลักซ์แยกเป็น 2 ระดับในฤดูน้ำมาก โดยฟลักซ์ของน้ำชั้นล่างคำนวณจากข้อมูลฟลักซ์ย่อยที่ได้จากการตรวจวัดโดยเครื่อง ADCP ในช่วงความลึกจากพื้นทะเลขึ้นมา 3 เมตร ซึ่งพิจารณาจากลักษณะของความเค็ม และกระแสน้ำตามความลึก ฟลักซ์ของน้ำชั้นบนคำนวณจากฟลักซ์ย่อยภายในขอบเขตพื้นที่หน้าตัดส่วนที่เหลือ คำนวณหาปริมาณฟลักซ์ทุก 2 ชั่วโมงจนครบ 25 ชั่วโมง แล้วเฉลี่ยตามเวลาเพื่อหาค่าฟลักซ์สุทธิในรอบวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงต่อไป โดยในแต่ละครั้งของการตรวจวัดฟลักซ์ของน้ำด้วยเครื่อง ADCP จะทำการแล่นเรือตัดขวางปากแม่น้ำเป็นจำนวน 3 ครั้ง แล้วจึงนำค่าฟลักซ์ที่ตรวจวัดได้มาเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของค่าในช่วงเวลานั้น

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

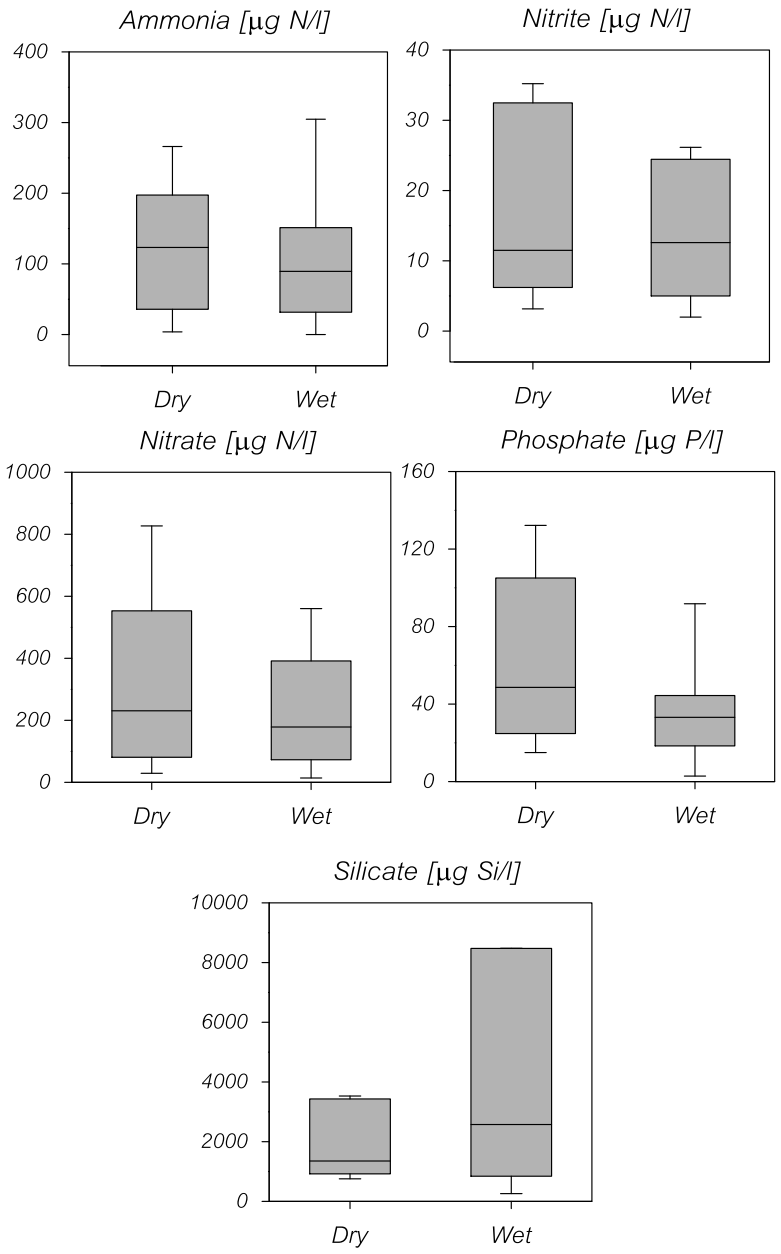
ผลจากการตรวจวัดคุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำระยองแสดงในรูปของ Box and Whisker Plots ตามภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3 ที่แสดงค่าต่ำสุดและสูงสุดของข้อมูลที่ตรวจวัดด้วยเส้นขอบเขตล่างสุดและบนสุดของกราฟ ค่าควอไทล์แรก (lower quartile) และควอไทล์ที่ 3 (upper quartile) แสดงด้วยขอบล่างสุดและบนสุดของกราฟแท่ง ตามลำดับ และค่ามัธยฐาน (median) แสดงด้วยเส้นที่อยู่ภายในกราฟแท่ง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำสอดคล้องกับฤดูกาลในประเทศไทยที่ช่วงเวลาของการตรวจวัดในฤดูแล้งในเดือนเมษายนตรงกับช่วงฤดูร้อน ส่วนในช่วงการตรวจวัดในฤดูน้ำมากในเดือนกันยายนเป็นช่วงปลายฤดูฝนที่มีเมฆปกคลุมมาก อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยในฤดูน้ำมาก (28.30 ± 0.65 $^{\circ}$C) จึงต่ำกว่าในช่วงฤดูแล้ง (30.93 ± 0.36 $^{\circ}$C) ความเค็มเฉลี่ยของน้ำมีค่าสูงในช่วงฤดูแล้ง (23.63 ± 7.31 ppt) และต่ำในช่วงฤดูน้ำมาก (15.71 ± 11.65 ppt) สอดคล้องกับปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำระยองที่ตรวจวัดได้ (ตารางที่ 2) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.15 x 10^6 m^3/day และ 1.57 x 10^6 m^3/day ในฤดูแล้งและฤดูน้ำมากตามลำดับ ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงในช่วงฤดูแล้ง (7.98 ± 0.36) และต่ำกว่าเล็กน้อยในช่วงฤดูน้ำมาก (7.59 ± 0.30) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของน้ำจากแม่น้ำและน้ำจากทะเลที่บริเวณนี้ได้รับในแต่ละช่วงเวลา ด้วยธรรมชาติของน้ำทะเลที่มีความเป็นกรด-เบสสูงกว่าน้ำจืดจากแม่น้ำ ในฤดูแล้งที่มีการรุกของน้ำทะเลเข้ามาในพื้นที่ศึกษามากกว่าจึงทำให้ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าสูงกว่าในฤดูน้ำมากที่ได้รับอิทธิพลของน้ำจืดมากกว่า ออกซิเจนละลายน้ำที่มีผลการตรวจวัดในช่วงฤดูแล้งเท่านั้นพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ± 1.14 mg/l ค่าเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในฤดูแล้ง (35.46 ± 19.47 mg/l) ต่ำกว่าในฤดูน้ำมาก (57.77 ± 13.96 mg/l) สอดคล้องกับปริมาณน้ำท่าเช่นเดียวกัน

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำระยองพบว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และฟอสเฟตในฤดูแล้ง (122.03 ± 88.08 µg N/l, 17.38 ± 12.26 µg N/l, 285.15 ± 257.45 µg N/l และ 65.30 ± 42.93 µg P/l ตามลำดับ) สูงกว่าในฤดูน้ำมาก (98.57 ± 82.37 µg N/l, 13.69 ± 9.29 µg N/l, 228.82 ± 180.91 µg N/l และ 36.30 ± 21.46 µg P/l ตามลำดับ) มีเพียงซิลิเกตเท่านั้นที่ความเข้มข้นเฉลี่ยในฤดูน้ำมาก (4,157.02 ± 3,603.52 µg Si/l) สูงกว่าค่าในฤดูแล้ง (2,015.90 ± 1,160.47 µg Si/l) พิสัยของค่าที่กว้างตามภาพที่ 3 สะท้อนถึงการแลกเปลี่ยนของน้ำในแม่น้ำและน้ำในทะเลที่แตกต่างกันตามวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลง การที่สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำทุกพารามิเตอร์ยกเว้นซิลิเกตมีค่าเฉลี่ยสูงในช่วงน้ำน้อยและต่ำในช่วงน้ำมากซึ่งตรงข้ามกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าตามฤดูกาลนั้น อาจเป็นเพราะสารเหล่านี้มีแหล่งที่มาจากชุมชน การเกษตรกรรมหรืออุตสาหกรรมตามลำน้ำ ในช่วงที่น้ำในแม่น้ำมีปริมาณน้อยจึงเกิดการสะสมของสารเหล่านี้ในแม่น้ำเพราะการแลกเปลี่ยนของน้ำในแม่น้ำกับน้ำทะเลภายนอกเกิดขึ้นได้ช้า ต่างกับช่วงฤดูน้ำมากที่สารเหล่านี้ถูกเจือจาง และไหลออกสู่ทะเลในเวลาที่รวดเร็วกว่าตามปริมาณน้ำท่าที่มีปริมาณมากในทิศทางจากแม่น้ำออกสู่ทะเล สำหรับความเข้มข้นของซิลิเกต

ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำท่าอาจเป็นเพราะมีแหล่งกำเนิดจากการผุกร่อนพังทลายของหินและดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ เมื่อปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจึงชะล้างเอาซิลิเกตลงสู่แหล่งน้ำได้มากขึ้นตามไปด้วย



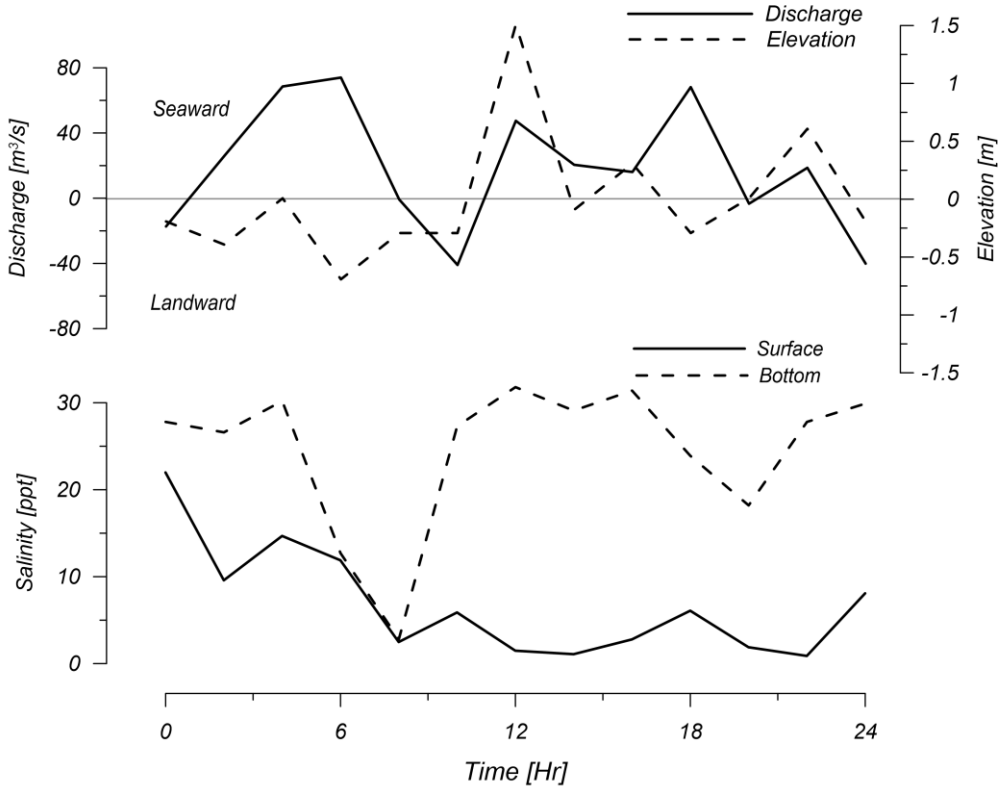
ภาพที่ 2 Box and Whisker Plots ของข้อมูลอุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-เบส ออกซิเจนละลายน้ำ และตะกอนแขวนลอย บริเวณปากแม่น้ำระยองในช่วงฤดูแล้ง (18 – 19 เมษายน 2556) และฤดูน้ำมาก (20 – 21 กันยายน 2556)



ภาพที่ 3 Box and Whisker Plots ของข้อมูลแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต บริเวณปากแม่น้ำระยอง ในช่วงฤดูแล้ง (18 – 19 เมษายน 2556) และฤดูน้ำมาก (20 – 21 กันยายน 2556)

ปากแม่น้ำระยองบริเวณที่ตรวจวัดฟลักซ์มีความลึกเฉลี่ยในฤดูแล้งเท่ากับ 1.34 เมตร และในฤดูน้ำมากเท่ากับ 4.89 เมตร พิสัยของระดับน้ำในการตรวจวัดช่วงฤดูแล้งซึ่งเป็นช่วงน้ำตายเท่ากับ 1.08 เมตร และในฤดูน้ำมากซึ่งเป็นช่วงน้ำเกิดเท่ากับ 2.20 เมตร ความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยและความเร็วสูงสุดในรอบของการตรวจวัด 25 ชั่วโมง ของค่าเฉลี่ยทั้งพื้นที่หน้าตัดบริเวณปากแม่น้ำในฤดูแล้งเท่ากับ 8.55 cm/s และ 13.97 cm/s ตามลำดับ และในฤดูน้ำมากเท่ากับ 7.35 cm/s และ 15.50 cm/s ตามลำดับ เนื่องจากน้ำตื้นและปริมาณน้ำจืดที่มีน้อยในฤดูแล้ง อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงจึงเด่นขึ้นมาแม้จะเป็นช่วงน้ำตายที่กระแสน้ำมีความเร็วต่ำ ส่งผลให้มวลน้ำมีการผสมผสานกันดีตามแนวดิ่ง ต่างกับช่วงฤดูน้ำมากที่การแบ่งชั้นน้ำ เนื่องจากความเค็มปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน (ภาพที่ 4) โดยความเค็มของน้ำชั้นบน

และน้ำชั้นล่าง เกือบตลอดช่วงเวลาของการตรวจวัดมีความแตกต่างกันมากกว่า 15 ppt มีเพียงบางช่วงเวลาเท่านั้นที่ฟลักซ์ของน้ำจืดที่ไหลลงทะเลมีกำลังแรงมากส่งผลให้ความเค็มมีค่าต่ำตลอดความลึก (5 – 10 ppt) อาจกล่าวได้ว่าเอสทูรีบริเวณปากแม่น้ำระยองเป็นแบบผสมผสานกันดีในช่วงฤดูแล้งและเป็นแบบแบ่งชั้นในช่วงฤดูน้ำมาก



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงของระดับน้ำและฟลักซ์ของน้ำ (บน) และความเค็มบริเวณใกล้ผิวน้ำและพื้นท้องน้ำ (ล่าง) บริเวณปากแม่น้ำระยองในช่วงฤดูน้ำมาก (20 – 21 กันยายน 2556)

ฟลักซ์สุทธิของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำทุกชนิด ที่ทำการศึกษายกเว้นฟลักซ์ของไนเตรทในฤดูแล้งมีทิศออกสู่ทะเล (ตารางที่ 2) แม้ว่าความเข้มข้นส่วนใหญ่ในช่วงฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าช่วงฤดูน้ำมาก แต่ด้วยปริมาณน้ำท่าที่มีมากกว่าจึงส่งผลให้ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในช่วงฤดูน้ำมากมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้ง ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอย และซิลิเกตที่มีค่าสูงมากในฤดูน้ำมากเมื่อเทียบกับฤดูแล้ง แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลจากการชะล้างจากแผ่นดินที่อาจมาจากการผุกร่อนพังทลายของหิน และดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนฟลักซ์ของไนเตรทที่มีค่าสูงมากในช่วงฤดูน้ำมากเช่นเดียวกันนั้นอาจเกิดจากการชะล้างมาจากพื้นที่เกษตรกรรม ในพื้นที่ลุ่มน้ำร่วมด้วย การที่ฟลักซ์ของไนเตรทมีทิศทางเข้าสู่แม่น้ำในฤดูแล้ง พิจารณาได้จากการเปลี่ยนแปลงในวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงของฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นของไนเตรทตามภาพที่ 5 พบว่าเป็นผลมาจากความเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้นชั่วขณะที่ฟลักซ์ของน้ำที่ไหลเข้าสู่แม่น้ำมีกำลังแรงในชั่วโมงที่ 8 ของการตรวจวัด การเปลี่ยนแปลงนี้อาจเป็นผลมาจากการละลายกลับของไนเตรทจากตะกอนที่ฟุ้งกระจายจากพื้นท้องน้ำเนื่องจากน้ำตื้น และกระแสน้ำมีกำลังแรง แม้จะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้นๆ แต่ก็ส่งผลให้ฟลักซ์สุทธิของไนเตรทจากการตรวจวัดในช่วงฤดูแล้งมีทิศทางเข้าสู่แม่น้ำแทนที่จะออกสู่ทะเล ฟลักซ์ของสารชนิดอื่นๆ

ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ และฟอสเฟต ที่มีความแตกต่างระหว่างฤดูแล้งและน้ำมากในสัดส่วนที่น้อยกว่าปริมาณน้ำท่ามาก แสดงถึงการเจือจางโดยน้ำท่ามากกว่าการชะล้างจากแผ่นดิน

ตารางที่ 2 ฟลักซ์สุทธิในวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลง (25 ชั่วโมง) ของน้ำ ตะกอนแขวนลอย และสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ บริเวณปากแม่น้ำระยองในระหว่างวันที่ 18 – 19 เมษายน 2556 และวันที่ 20 – 21 กันยายน 2556

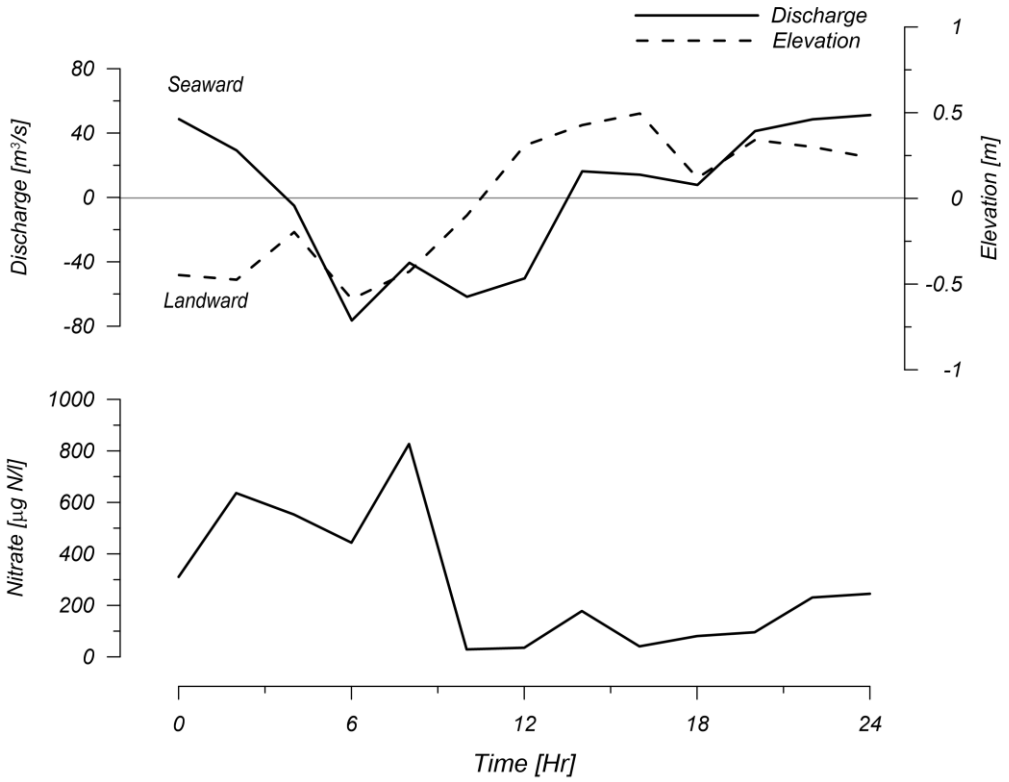
ฟลักซ์	**เมษายน**	**กันยายน**
น้ำ [10^6 m^3/day]	+ 0.15	+ 1.57
ตะกอนแขวนลอย [ton/day]	+ 27.73	+ 60.68
แอมโมเนีย [kg N/day]	+ 137.32	+ 321.12
ไนไตรท์ [kg N/day]	+ 16.57	+ 49.70
ไนเตรท [kg N/day]	- 55.60	+ 919.32
ฟอสเฟต [kg P/day]	+ 70.29	+ 107.91
ซิลิเกต [kg Si/day]	+ 1,719.11	+ 17,362.61

หมายเหตุ + หมายถึงมีทิศไหลออกสู่ทะเล, - หมายถึงมีทิศทางไหลเข้าสู่แม่น้ำ

เนื่องจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ฟลักซ์ของน้ำ และสารต่างๆ ปริเวณปากแม่น้ำจึงมีปริมาณแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลาขึ้นอยู่กับความเร็ว และทิศทางของกระแสน้ำในเวลานั้น โดยปกติแล้วกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในลักษณะของกระแสน้ำชั่วขณะ (instantaneous current) จะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วและทิศทางอยู่ตลอดเวลาและมีค่าความเร็วสูงกว่ากระแสน้ำสุทธิ (residual current) ที่เกิดจากการเฉลี่ยค่ากระแสน้ำชั่วขณะในรอบการขึ้นลงของน้ำ จึงทำให้พบว่าฟลักซ์ของน้ำ ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งอาจมีค่าสูงสุดถึง 76.44 m^3/s และ 74.01 m^3/s (ภาพที่ 4 และภาพที่ 5) ในขณะที่ฟลักซ์สุทธิมีค่าเพียง 1.77 m^3/s และ 18.96 m^3/s ในฤดูแล้ง และฤดูน้ำมาก ตามลำดับ ฟลักซ์ชั่วขณะเป็นสิ่งแสดงถึงการแลกเปลี่ยนของน้ำและสารต่างๆ ในบริเวณที่กระแสน้ำขึ้นน้ำลงเคลื่อนที่ไปถึงซึ่งมีลักษณะที่เด่นชัดกว่าสิ่งที่ถูกพัดพามาจากต้นน้ำหรือในทะเลที่ห่างออกไป สำหรับในกรณีของแม่น้ำระยองจากการประเมินความเร็วและระยะเวลาในการขึ้นลงของน้ำคร่าวๆ พบว่ามวลน้ำอาจไปได้ไกลถึง 3 – 5 กิโลเมตร จากจุดตรวจวัด ดังนั้นกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในระยะห่าง ดังกล่าวสามารถส่งผลต่อค่าฟลักซ์ชั่วขณะที่ตรวจวัดได้ทั้งสิ้น ต่างจากฟลักซ์สุทธิที่เป็นตัวสะท้อนถึงกิจกรรมหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดลำน้ำและในทะเลที่ห่างออกไปว่าในท้ายที่สุดแล้วสารต่างๆ ในแหล่งน้ำนี้ถูกส่งออกหรือรับเข้ามาจากทะเลในปริมาณมากน้อยเพียงใด อย่างไรก็ดี การศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในลำน้ำและในทะเลบริเวณใกล้เคียงนับว่ามีความสำคัญมากต่อการอธิบายแหล่งที่มาของการแลกเปลี่ยนของฟลักซ์ที่เกิดขึ้น จึงควรให้ความสำคัญในเรื่องนี้ในการศึกษาเกี่ยวกับฟลักซ์ในอนาคต

แม้ว่าการตรวจวัดฟลักซ์ในช่วงฤดูแล้งจะตรงกับช่วงน้ำตาย และในช่วงฤดูน้ำมากจะตรงกับช่วงน้ำเกิดที่พิสัยของระดับน้ำแตกต่างกันอยู่ประมาณ 1 เมตรก็ตาม ความเร็วของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในทั้งสองช่วงเวลากลับมีค่าไม่แตกต่างกันมากตามที่ได้รายงานไปก่อนหน้านี้ อาจเป็นเพราะการมีเขื่อนกันคลื่นบริเวณปากแม่น้ำที่จำกัดการแลกเปลี่ยนของน้ำระหว่างภายในและภายนอกแม่น้ำ (ภาพที่ 1) หรืออาจเกิดจากลักษณะของปากแม่น้ำที่มีทางน้ำถึงสามทางมาบรรจบกันที่ทำให้ความแรงของน้ำลดลงจากการที่น้ำไหลไปได้หลายทิศทาง การเปรียบเทียบข้อมูล

ในลักษณะของฟลักซ์สุทธิในสองช่วงเวลาจึงสามารถทำได้ อย่างไรก็ดี หากเป็นไปได้ควรทำการตรวจวัดข้อมูลในช่วงที่น้ำขึ้นน้ำลงมีลักษณะใกล้เคียงกันมากที่สุดในการเปรียบเทียบผลการศึกษาในหลายช่วงเวลา



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงของระดับน้ำและฟลักซ์ของน้ำ (บน) และความเข้มข้นของไนเตรท (ล่าง) บริเวณปากแม่น้ำระยองในช่วงฤดูแล้ง (18 – 19 เมษายน 2556)

เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจวัดฟลักซ์แม่น้ำระยอง จากการศึกษาในครั้งนี้กับแม่น้ำประแสร์จากการศึกษาของ อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ (2556 ก) และ อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ (2556 ข) (ตารางที่ 3) ปริมาณฟลักซ์ของน้ำในทั้งสองแม่น้ำมีค่าใกล้เคียงกัน โดยแม่น้ำระยองมีค่าต่ำกว่าในช่วงฤดูแล้งแต่สูงกว่าแม่น้ำประแสร์ในช่วงฤดูน้ำมาก การที่ฟลักซ์ของน้ำในแม่น้ำประแสร์มีค่าในฤดูน้ำมากต่ำกว่าในฤดูแล้งนั้นเกิดจากการสอดของลิ่มน้ำเค็มที่ทำให้การแสน้ำในน้ำชั้นล่างมีทิศสวนทางกับน้ำชั้นบน (อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ, 2556 ข) ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอย และซิลิเกตมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกับปริมาณน้ำท่าที่สะท้อนถึงการชะล้างจากการผุกร่อนและพังทลายของหินและดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งสอง โดยภาพรวมตะกอนแขวนลอยมีค่าฟลักซ์สุทธิในทิศลงสู่ทะเลสูงสุดที่แม่น้ำประแสร์เท่ากับ 103.66 ton/day ส่วนฟลักซ์สุทธิของซิลิเกตมีค่าสูงสุดอยู่ที่แม่น้ำระยองซึ่งมีค่าเท่ากับ 17,362 kg Si/day ฟลักซ์ของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และฟอสเฟต ของแม่น้ำระยองในฤดูน้ำมากพบว่ามีค่าสูงที่สุดจากทั้งสองแม่น้ำ ในขณะที่ค่าสูงสุดของปริมาณน้ำท่าเป็นของแม่น้ำประแสร์ ผลการเปรียบเทียบนี้อาจสะท้อนถึงการปนเปื้อนของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในแม่น้ำระยองที่ไม่ได้มาจากการชะล้างโดยธรรมชาติ เช่น จากชุมชน การเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม สอดคล้องกับสภาพของแม่น้ำระยองที่มีความเสื่อมโทรมมาก

ตารางที่ 3 ฟลักซ์สุทธิของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในการศึกษาที่ปากแม่น้ำประแสร์ และแม่น้ำระยอง

แม่น้ำ	ฤดู	ฟลักซ์					
		น้ำ	ตะกอนแขวนลอย	แอมโมเนีย	ไนไตรท์ + ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
		10^6 m^3/day	ton/day	kg N/day	kg N/day	kg P/day	kg Si/day
ประแสร์[1,2]	แล้ง	+ 2.60	+ 103.66	+ 258.11	+ 218.92	+ 94.71	+ 2,209.12
	น้ำมาก	+ 0.43	+ 63.21	+ 201.98	+ 437.28	+ 101.31	+ 8,195.15
ระยอง	แล้ง	+ 0.15	+ 27.73	+ 137.32	- 39.03	+ 70.29	+ 1,719.11
	น้ำมาก	+ 1.57	+ 60.68	+ 321.12	+ 969.02	+ 107.91	+ 17,362.61

หมายเหตุ + หมายถึงมีทิศไหลออกสู่ทะเล, - หมายถึงมีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำ

ที่มา [1]อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ (2556 ก)

[2]อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ (2556 ข)

สรุปผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยและสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำระยองในปี พ.ศ. 2556 ในระหว่างวันที่ 18 - 19 เมษายน (ฤดูแล้ง) และ วันที่ 20 - 21 ตุลาคม (ฤดูน้ำมาก) ฟลักซ์สุทธิทุกชนิดยกเว้น ฟลักซ์ของไนเตรทในฤดูแล้งมีทิศไหลจากปากแม่น้ำออกสู่ทะเลในทุกฤดูกาล ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยและซิลิเกตที่เพิ่มสูงมากในช่วงน้ำมากอาจเกิดจากการชะล้างจากแผ่นดินเป็นหลัก ในขณะที่ฟลักซ์ของไนเตรทที่มีค่าสูงมากในฤดูน้ำมากเช่นเดียวกันอาจเป็นผลจากการชะล้างในพื้นที่เกษรกรรมร่วมด้วย ฟลักซ์ของสารชนิดอื่นๆ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ และฟอสเฟต ที่มีความแตกต่างระหว่างฤดูแล้งและน้ำมากในสัดส่วนที่น้อยกว่าปริมาณน้ำท่ามาก แสดงถึงการเจือจางโดยน้ำท่ามากกว่าการชะล้างจากแผ่นดิน การเปรียบเทียบระหว่างสองแม่น้ำพบว่าฟลักซ์ของแม่น้ำระยองมีค่าสูงกว่าของแม่น้ำประแสร์ ซึ่งมีปริมาณน้ำท่าสูงกว่าแสดงถึงความเป็นไปได้ของการเกิดการปนเปื้อนในแม่น้ำระยอง

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณ คุณบำรุงศักดิ์ ฉัตรอนันทเวช ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก ในการช่วยอำนวยความสะดวก คุณขวัญชัย ปากน้ำ คุณลักขณา หมั่นเขตกิจ และคุณฐานิสา สุมาลุย์ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล และชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก และนิสิตภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ในการตรวจวัดข้อมูล เก็บตัวอย่างน้ำทะเล และวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. (2540). *โครงการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับภาค (แม่น้ำระยองและแม่น้ำประแสร์)*. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดระยอง. (2556). วันที่ค้นข้อมูล 28 กรกฎาคม 2556, เข้าถึงได้จาก http://www.rayong-culture.org/gen_rayong.php

อนุกูล บูรณประทีปรัตน์, ยชนา เชิดชูจันทร์, นฤมล คงเมือง, ประสาร อินทเจริญ, สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ, วิชญา กันบัว. (2556 ก). ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยองในฤดูแล้งและฤดูน้ำมาก ในปี พ.ศ. 2553. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, *18*(2), 222 - 231.

อนุกูล บูรณประทีปรัตน์, พรนันท์ คุณธร, ประสาร อินทเจริญ, สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ. (2556 ข). ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง พ.ศ. 2553. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*,*18*(2), 232 - 245.

อัปสรสุดา ศิริพงศ์. (2524). *สมุทรศาสตร์ฟิสิกส์ของเอสทูรี่*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

American Public Health Association - APHA (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater including Sediments and Sludges (18th ed.)*. American Public Health Association, American Water Works Association and the Water Environment Federation, Washington DC., USA.

Dyer, K.R. (1973). *Estuaries: A Physical Introduction*. John Wiley & Sons. Aberdeen.

Grasshoff, K., Kremling, K. & Ehrhardt, M. (1999). *Methods of Seawater Analysis 3rd Eds*. Weinheim: Wiley-VCH.

Nybakken, J.W., Bertness, M.D. (2004). *Marine Biology: An Ecological Approach (6th ed.)*. Benjamin Cummings, CA.

Smith, V.H., Tilman, G.D., Nekola, J.C. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution*, *100*(1–3), 179–196.

Schlitzer, R. (2007). *Ocean Data View*.Retrieved July 28, 2013, from http://odv.awi.de.

Strickland, J.D.H., Parsons, T.R. (1972). *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fishery Research Board of Canada, Ottawa.